

Лекция 3.

Предпосылки и этапы создания и развития радиоспектроскопии и квантовых генераторов.

1. Радиоспектроскопия.

В первой половине 20-го века радио и оптика развивались разными путями. В оптике развивались квантовые представления, в радио - волновые. В это время единство радио и оптики постоянно подчеркивались учеными с волновой точки зрения. Волновые представления, взаимствованные из оптики, обогащали радио и наоборот.

Общность радио и оптики, обусловленная общностью квантовой природы электромагнитного излучения, долгое время не проявлялась. Так было до тех пор, пока не возникла радиоспектроскопия – отрасль спектроскопии, изучающая спектры молекул, атомов, ионов в СВЧ диапазоне.

Бурное развитие радиоспектроскопии началось после второй мировой войны. Это было обусловлено интенсивным развитием техники сантиметровых волн, обеспечивавшей потребности радиолокации. В то время были созданы надежные источники монохроматического СВЧ излучения, разработаны волноводные методы канализации СВЧ энергии и объемные резонаторы СВЧ высокой добротности, созданы чувствительные приемники – все это с самого начала дало радиоспектроскопии ряд преимуществ по сравнению с обычной спектроскопией.

Радиоспектроскопия отнюдь не является лишь областью количественного расширения спектральных исследований в более низкочастотный диапазон. Принципиальным отличием радиоспектроскопии от оптической спектроскопии для того времени явилась монохроматичность применяемого излучения. Кроме того, в радиодиапазоне спонтанные излучения существенно слабее, а возбужденные энергетические уровни сильно населены, что прямо вводило в рассмотрение индуцированное излучение. Все это привело к тому, что радиоспектроскопия стала базой работ по квантовой электронике, а радиоспектроскописты заложили основы квантовой электроники.

В СССР работы по радиоспектроскопии были начаты А. М. Прохоровым в лаборатории колебаний ФИАН. На ряду с решением чисто спектроскопических задач исследования проводились также и в направлении использования СВЧ спектров для создания стандартов частоты и времени.

Именно на этом пути была создана квантовая электроника. Действительно, точность работы стандарта частоты, опирающегося на стабильность частоты некоторой спектральной линии поглощения, зависит от ширины этой линии. Чем уже линия тем выше точность привязки стабилизируемой частоты и номинальному значению к частоте линии поглощения. При малых давлениях для молекулярных газов в радиодиапазоне характерно доплеровское уширение. Поэтому самые узкие линии поглощения наблюдаются у молекулярных пучков, не обладающих разбросом скоростей.

2. Этапы развития квантовой электроники.

Важнейшим шагом является синтез предыдущих достижений ученых который был сделан, когда пучок молекул с инверсией населенностей был пропущен через объемный резонатор. Так был создан первый мазер – Н.Г.Басовым и А.М.Прохоровым в СССР, Дж. Гордоном, Ч.Таунсом и Г.Цайгером в США. Как известно, Нобелевская премия по физике в 1964 г. была присуждена Ч.Таунсу, А.М.Прохорову и Н.Г.Басову за

основополагающие работы по квантовой электронике, которые привели к созданию мазеров и лазеров.

Следующий важный шаг был сделан, когда в 1955 г. Басов и Прохоров предложили активный метод радиационного создания инверсии, так называемый трехуровневый метод накачки получивший в дальнейшем широкое распространение и которому будет уделено большое внимание в последующих лекциях. В 1956 г. Бломберген (США) предложил применять трехуровневый метод для создания мазеров – усилителей на магнитных кристаллах, чем существенно расширил область интересов квантовой электроники.

Успехи квантовой электроники радиодиапазона поставили вопрос о продвижении в сторону более коротких волн. Это был естественный для радиоинженеров и радиофизиков путь дальнейших работ. По мере продвижения к все более коротким волнам всевозрастающую трудность представлял вопрос о резонаторах, без которых работа квантового генератора монохроматического излучения немислима. Здесь существенным этапом было предложение Прохорова в 1958 г. о применении так называемых открытых резонаторов. Наиболее выдающийся вклад в создание и развитие теории открытых резонаторов внес русский ученый Вайнштейн. Мы уже знаем, что открытый резонатор – это широко известный в спектроскопии интерферометр Фабри-Перо, но именно радиотехнический подход позволил Прохорову использовать его как резонатор.

Первым достижением квантовой электроники в области оптики явилось создание в конце 1960 г. оптических генераторов монохроматических колебаний – первых лазеров – ученым Мейманом (США) на кристалле рубина и Али Джаваном (США) на смеси газов: неона и гелия. На этом завершилась предистория развития квантовой электроники. С этого началась история последующего бурного развития квантовой электроники – наиболее выдающееся направление современной физики. Эти достижения стали предпосылкой создания нового направления – нелинейной оптики.